

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7043384号  
(P7043384)

(45)発行日 令和4年3月29日(2022.3.29)

(24)登録日 令和4年3月18日(2022.3.18)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 2 B 15/167(2006.01) G 0 2 B 15/167

請求項の数 19 (全33頁)

(21)出願番号	特願2018-195202(P2018-195202)	(73)特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目2番30号
(22)出願日	平成30年10月16日(2018.10.16)	(74)代理人	110001519 特許業務法人太陽国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-64153(P2020-64153A)	(72)発明者	富岡 右恭 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目32 4番地 富士フイルム株式会社内
(43)公開日	令和2年4月23日(2020.4.23)	審査官	堀井 康司
審査請求日	令和3年1月20日(2021.1.20)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及び撮像装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第4レンズ群とからなり、

前記第4レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、第4Aレンズ群と、像ぶれ補正の際に光軸と交差する方向に移動する負の屈折力を有する第4Bレンズ群と、正の屈折力を有する第4Cレンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する負の屈折力を有する第4Dレンズ群と、正の屈折力を有する第4Eレンズ群とからなり、

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第2レンズ群は像側へ移動し、前記第3レンズ群は物体側へ移動し、前記第1レンズ群、前記絞り、前記第4Aレンズ群、前記第4Bレンズ群、前記第4Cレンズ群、前記第4Dレンズ群、及び前記第4Eレンズ群は像面に対して固定されており、

像ぶれ補正の際に、前記第4Aレンズ群及び前記第4Cレンズ群は像面に対して固定されており、

合焦の際に、前記第4Dレンズ群以外のレンズ群は像面に対して固定されており、

前記第1レンズ群は最も像側に、両凸レンズと両凹レンズとを物体側から順に接合して構成された接合レンズを有し、

前記第4Aレンズ群と前記第4Bレンズ群と前記第4Cレンズ群との合成焦点距離を  $f_4abc$ 、

前記第 4 D レンズ群の焦点距離を  $f_{4d}$  とした場合、

$$-5 < f_{4abc} / f_{4d} < 0 \quad (1)$$

で表される条件式 (1) を満足するズームレンズ。

【請求項 2】

物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第 4 レンズ群とからなり、

前記第 4 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、第 4 A レンズ群と、像ぶれ補正の際に光軸と交差する方向に移動する負の屈折力を有する第 4 B レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 C レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する負の屈折力を有する第 4 D レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 E レンズ群とからなり、

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 2 レンズ群は像側へ移動し、前記第 3 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 1 レンズ群、前記絞り、前記第 4 A レンズ群、前記第 4 B レンズ群、前記第 4 C レンズ群、前記第 4 D レンズ群、及び前記第 4 E レンズ群は像面に対して固定されており、

像ぶれ補正の際に、前記第 4 A レンズ群及び前記第 4 C レンズ群は像面に対して固定されており、

合焦の際に、前記第 4 D レンズ群以外のレンズ群は像面に対して固定されており、

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、物体側の面が凸面である正レンズと、像側の面が凹面である負レンズと、物体側の面が凹面である負レンズと、接合レンズとからなり、

前記第 2 レンズ群の前記接合レンズは、正レンズと負レンズとを物体側から順に接合して構成されており、物体側に凹面を向けた接合面を有し、

前記第 4 A レンズ群と前記第 4 B レンズ群と前記第 4 C レンズ群との合成焦点距離を  $f_{4abc}$ 、

前記第 4 D レンズ群の焦点距離を  $f_{4d}$  とした場合、

$$-5 < f_{4abc} / f_{4d} < 0 \quad (1)$$

で表される条件式 (1) を満足するズームレンズ。

【請求項 3】

物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第 4 レンズ群とからなり、

前記第 4 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 4 A レンズ群と、像ぶれ補正の際に光軸と交差する方向に移動する負の屈折力を有する第 4 B レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 C レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する負の屈折力を有する第 4 D レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 E レンズ群とからなり、

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 2 レンズ群は像側へ移動し、前記第 3 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 1 レンズ群、前記絞り、前記第 4 A レンズ群、前記第 4 B レンズ群、前記第 4 C レンズ群、前記第 4 D レンズ群、及び前記第 4 E レンズ群は像面に対して固定されており、

像ぶれ補正の際に、前記第 4 A レンズ群及び前記第 4 C レンズ群は像面に対して固定されており、

合焦の際に、前記第 4 D レンズ群以外のレンズ群は像面に対して固定されており、

前記第 4 A レンズ群と前記第 4 B レンズ群と前記第 4 C レンズ群との合成焦点距離を  $f_{4abc}$ 、

前記第 4 D レンズ群の焦点距離を  $f_{4d}$  とした場合、

$$-5 < f_{4abc} / f_{4d} < 0 \quad (1)$$

で表される条件式 (1) を満足するズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群内の最も像側のレンズは両凹レンズであり、

前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $G1D$ 、

前記第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面を基準として前記基準から前記第 1 レンズ群の像側主点までの光軸上の距離を  $G1Pr$ 、

$G1Pr$  について、前記基準より物体側の距離の符号を負、前記基準より像側の距離の符号を正とした場合、

$$-1.5 < G1Pr / G1D < 0 \quad (2)$$

で表される条件式 (2) を満足する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、像側の面が凹面であり負の屈折力を有するメニスカスレンズである第 1 レンズと、両凸レンズである第 2 レンズと、両凸レンズである第 3 レンズと、両凹レンズである第 4 レンズとからなり、

前記第 3 レンズと前記第 4 レンズとは互いに接合されており、

前記第 1 レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF11$ 、

前記第 2 レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF12$  とした場合、

$$-0.08 < gF11 - gF12 < 0.08 \quad (3)$$

で表される条件式 (3) を満足する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

望遠端での前記第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $G12DT$ 、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f1$  とした場合、

$$0.3 < G12DT / f1 < 1 \quad (4)$$

で表される条件式 (4) を満足する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

無限遠物体に合焦した状態において、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群とはそれぞれの横倍率が -1 倍になる点を同時に通る請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

無限遠物体に合焦した状態における望遠端での前記第 4 B レンズ群の横倍率を  $G4B$  とした場合、

$$-2 < 1 / G4B < 0 \quad (5)$$

で表される条件式 (5) を満足する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

無限遠物体に合焦した状態における望遠端での前記第 4 D レンズ群の横倍率を  $G4D$  とした場合、

$$0.5 < G4D < 6 \quad (6)$$

で表される条件式 (6) を満足する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 4 D レンズ群は 4 枚のレンズからなる請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

$$-2.8 < f4abc / f4d < -1 \quad (1-1)$$

で表される条件式 (1-1) を満足する請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

$$-1 < G1Pr / G1D < -0.5 \quad (2-1)$$

で表される条件式 (2-1) を満足する請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

$$-0.04 < gF11 - gF12 < 0.04 \quad (3-1)$$

で表される条件式 (3-1) を満足する請求項 5 に記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 14】

$$0.45 < G12DT / f1 < 0.7 \quad (4-1)$$

で表される条件式(4-1)を満足する請求項6に記載のズームレンズ。

## 【請求項 15】

$$-0.6 < 1 / G4B < -0.1 \quad (5-1)$$

で表される条件式(5-1)を満足する請求項8に記載のズームレンズ。

## 【請求項 16】

$$1.5 < G4D < 4 \quad (6-1)$$

で表される条件式(6-1)を満足する請求項9に記載のズームレンズ。

## 【請求項 17】

前記第1レンズ群は最も像側に、両凸レンズと両凹レンズとを物体側から順に接合して構成された接合レンズを有する請求項2又は3に記載のズームレンズ。

## 【請求項 18】

前記第2レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、物体側の面が凸面である正レンズと、像側の面が凹面である負レンズと、物体側の面が凹面である負レンズと、接合レンズとからなり、

前記第2レンズ群の前記接合レンズは、正レンズと負レンズとを物体側から順に接合して構成されており、物体側に凹面を向けた接合面を有する請求項1又は3に記載のズームレンズ。

## 【請求項 19】

請求項1から18のいずれか1項に記載のズームレンズを備えた撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、ズームレンズ、及び撮像装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、望遠タイプのズームレンズが各種提案されている。例えば、下記特許文献1には、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群とからなり、監視用ビデオカメラに適用可能なズームレンズが記載されている。また、下記特許文献2には、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とからなり、一眼レフカメラに適用可能なズームレンズが記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特許第4610959号明細書

特許第5857306号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

長焦点距離を有する望遠タイプのズームレンズの用途の1つとして、港湾等で用いられる遠方監視用カメラがある。遠方監視用カメラでは、設置場所の振動、及び/又は風等の気象状況によって生じる像ぶれを補正することが課題となるため、このカメラに搭載されるズームレンズは像ぶれ補正を行う際に移動するレンズ群(以下、防振レンズ群という)を備えることが望まれる。

## 【0005】

一方、望遠タイプのズームレンズは大型化しやすい傾向にあり、望遠側において長焦点距離を有しながらも全系の小型化が考慮されていることが望まれる。また、合焦機能を有す

10

20

30

40

50

るズームレンズでは、オートフォーカスの迅速化のために合焦の際に移動するレンズ群（以下、フォーカスレンズ群という）の小型化も望まれる。

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 に記載のズームレンズは、望遠端での半画角が  $0.3^\circ$  という望遠タイプのレンズ系であるが、特許文献 1 には防振レンズ群に関する記載が無い。特許文献 2 に記載のズームレンズは、物体側から順に、正負正正の屈折力配置となっており、第 4 レンズ群が正の屈折力を有するため、長焦点距離化した場合に光学全長が長くなってしまふという不具合がある。また、特許文献 2 に記載のズームレンズは、レンズ径が大きな第 1 レンズ群のレンズを用いて合焦を行うため、フォーカスレンズ群が大径となり、オートフォーカスの迅速化という点で不利である。

10

【 0 0 0 7 】

本開示は、上記事情に鑑みなされたものである。本発明の一実施形態が解決しようとする課題は、望遠側での長焦点距離化を達成しながら光学全長の小型化が図られ、防振レンズ群及び小径のフォーカスレンズ群を備え、良好な光学性能を有するズームレンズ、並びに、このズームレンズを備えた撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記の課題を解決するための具体的手段には、以下の態様が含まれる。

本開示の第 1 の態様に係るズームレンズは、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第 4 レンズ群とからなり、第 4 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、第 4 A レンズ群と、像ぶれ補正の際に光軸と交差する方向に移動する負の屈折力を有する第 4 B レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 C レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する負の屈折力を有する第 4 D レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 E レンズ群とからなり、広角端から望遠端への変倍の際に、第 2 レンズ群は像側へ移動し、第 3 レンズ群は物体側へ移動し、第 1 レンズ群、絞り、第 4 A レンズ群、第 4 B レンズ群、第 4 C レンズ群、第 4 D レンズ群、及び第 4 E レンズ群は像面に対して固定されており、像ぶれ補正の際に、第 4 A レンズ群及び第 4 C レンズ群は像面に対して固定されており、合焦の際に、第 4 D レンズ群以外のレンズ群は像面に対して固定されており、第 1 レンズ群は最も像側に、両凸レンズと両凹レンズとを物体側から順に接合して構成された接合レンズを有し、第 4 A レンズ群と第 4 B レンズ群と第 4 C レンズ群との合成

20

30

焦点距離を  $f_{4abc}$ 、第 4 D レンズ群の焦点距離を  $f_{4d}$  とした場合、

$$-5 < f_{4abc} / f_{4d} < 0 \quad (1)$$

で表される条件式 (1) を満足する。

本開示の第 2 の態様に係るズームレンズは、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第 4 レンズ群とからなり、第 4 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、第 4 A レンズ群と、像ぶれ補正の際に光軸と交差する方向に移動する負の屈折力を有する第 4 B レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 C レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する負の屈折力を有する第 4 D レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 E レンズ群とからなり、広角端から望遠端への変倍の際に、第 2 レンズ群は像側へ移動し、第 3 レンズ群は物体側へ移動し、第 1 レンズ群、絞り、第 4 A レンズ群、第 4 B レンズ群、第 4 C レンズ群、第 4 D レンズ群、及び第 4 E レンズ群は像面に対して固定されており、像ぶれ補正の際に、第 4 A レンズ群及び第 4 C レンズ群は像面に対して固定されており、合焦の際に、第 4 D レンズ群以外のレンズ群は像面に対して固定されており、第 2 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、物体側の面が凸面である正レンズと、像側の面が凹面である負レンズと、物体側の面が凹面である負レンズと、接合レンズとからなり、第 2 レンズ群の前記接合レンズは、正レンズと負レンズとを物体側から順に接合して構成されており、物体側に凹面を向けた接合面を有し、第 4 A レンズ群と第 4 B レンズ群と第 4 C レンズ群との合成焦点距離を  $f_{4abc}$ 、第 4 D レンズ群の焦点距離を

40

50

f 4 dとした場合、

$$- 5 < f 4 a b c / f 4 d < 0 \quad (1)$$

で表される条件式(1)を満足する。

本開示の第3の態様に係るズームレンズは、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第4レンズ群とからなり、第4レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第4Aレンズ群と、像ぶれ補正の際に光軸と交差する方向に移動する負の屈折力を有する第4Bレンズ群と、正の屈折力を有する第4Cレンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する負の屈折力を有する第4Dレンズ群と、正の屈折力を有する第4Eレンズ群とからなり、広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群は像側へ移動し、第3レンズ群は物体側へ移動し、第1レンズ群、絞り、第4Aレンズ群、第4Bレンズ群、第4Cレンズ群、第4Dレンズ群、及び第4Eレンズ群は像面に対して固定されており、像ぶれ補正の際に、第4Aレンズ群及び第4Cレンズ群は像面に対して固定されており、合焦の際に、第4Dレンズ群以外のレンズ群は像面に対して固定されており、

10

第4Aレンズ群と第4Bレンズ群と第4Cレンズ群との合成焦点距離を f 4 a b c、第4Dレンズ群の焦点距離を f 4 dとした場合、

$$- 5 < f 4 a b c / f 4 d < 0 \quad (1)$$

で表される条件式(1)を満足する。

【0009】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(1-1)を満足することが好ましい。

$$- 2.8 < f 4 a b c / f 4 d < - 1 \quad (1-1)$$

【0010】

上記態様のズームレンズにおいて、第1レンズ群は最も像側に、両凸レンズと両凹レンズとを物体側から順に接合して構成された接合レンズを有することが好ましい。

【0011】

上記態様のズームレンズにおいて、第1レンズ群内の最も像側のレンズは両凹レンズであり、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から第1レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を G 1 D、第1レンズ群の最も像側のレンズ面を基準として基準から第1レンズ群の像側主点までの光軸上の距離を G 1 P r、G 1 P r について、基準より物体側の距離の符号を負、基準より像側の距離の符号を正とした場合、下記条件式(2)を満足することが好ましく、下記条件式(2-1)を満足することがより好ましい。

$$- 1.5 < G 1 P r / G 1 D < 0 \quad (2)$$

$$- 1 < G 1 P r / G 1 D < - 0.5 \quad (2-1)$$

【0012】

上記態様のズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、像側の面が凹面であり負の屈折力を有するメニスカスレンズである第1レンズと、両凸レンズである第2レンズと、両凸レンズである第3レンズと、両凹レンズである第4レンズとからなり、第3レンズと第4レンズとは互いに接合されており、第1レンズの g 線と F 線間の部分分散比を g F 1 1、第2レンズの g 線と F 線間の部分分散比を g F 1 2とした場合、下記条件式(3)を満足することが好ましく、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましい。

$$- 0.08 < g F 1 1 - g F 1 2 < 0.08 \quad (3)$$

$$- 0.04 < g F 1 1 - g F 1 2 < 0.04 \quad (3-1)$$

【0013】

上記態様のズームレンズにおいて、望遠端での第1レンズ群の最も像側のレンズ面から第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を G 1 2 D T、第1レンズ群の焦点距離を f 1とした場合、下記条件式(4)を満足することが好ましく、下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.3 < G 1 2 D T / f 1 < 1 \quad (4)$$

20

30

40

50

$$0.45 < G12DT / f1 < 0.7 \quad (4-1)$$

【0014】

上記態様のズームレンズにおいて、第2レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、物体側の面が凸面である正レンズと、像側の面が凹面である負レンズと、物体側の面が凹面である負レンズと、接合レンズとからなり、第2レンズ群の接合レンズは、正レンズと負レンズとを物体側から順に接合して構成されており、物体側に凹面を向けた接合面を有することが好ましい。

【0015】

上記態様のズームレンズにおいて、無限遠物体に合焦した状態において、広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群と第3レンズ群とはそれぞれの横倍率が-1倍になる点を同時に通ることが好ましい。

10

【0016】

上記態様のズームレンズにおいて、無限遠物体に合焦した状態における望遠端での第4Bレンズ群の横倍率を  $G4B$  とした場合、下記条件式(5)を満足することが好ましく、下記条件式(5-1)を満足することがより好ましい。

$$-2 < 1 / G4B < 0 \quad (5)$$

$$-0.6 < 1 / G4B < -0.1 \quad (5-1)$$

【0017】

上記態様のズームレンズにおいて、無限遠物体に合焦した状態における望遠端での第4Dレンズ群の横倍率を  $G4D$  とした場合、下記条件式(6)を満足することが好ましく、下記条件式(6-1)を満足することがより好ましい。

20

$$0.5 < G4D < 6 \quad (6)$$

$$1.5 < G4D < 4 \quad (6-1)$$

【0018】

上記態様のズームレンズにおいて、第4Dレンズ群は4枚のレンズからなることが好ましい。

【0019】

本開示の第4の態様に係る撮像装置は、上記態様の撮像レンズを備えている。

【0020】

なお、本明細書の「～からなり」、「～からなる」は、挙げられた構成要素以外に、実質的に屈折力を有さないレンズ、並びに、絞り、フィルタ、及びカバーガラス等のレンズ以外の光学要素、並びに、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、及び手振れ補正機構等の機構部分、等が含まれていてもよいことを意図する。

30

【0021】

なお、本明細書の「正の屈折力を有する～群」は、群全体として正の屈折力を有することを意味する。同様に「負の屈折力を有する～群」は、群全体として負の屈折力を有することを意味する。「正の屈折力を有するレンズ」と「正レンズ」とは同義である。「負の屈折力を有するレンズ」と「負レンズ」とは同義である。「レンズ群」は、複数のレンズからなる構成に限らず、1枚のみのレンズからなる構成としてもよい。

【0022】

40

複合非球面レンズ(球面レンズと、その球面レンズ上に形成された非球面形状の膜とが一体的に構成されて、全体として1つの非球面レンズとして機能するレンズ)は、接合レンズとは見なさず、1枚のレンズとして扱う。非球面を含むレンズに関する、屈折力の符号、及びレンズ面の面形状は、特に断りが無い限り、近軸領域で考えることにする。

【0023】

条件式で用いている「焦点距離」は、近軸焦点距離である。部分分散比に関する条件式以外の条件式で用いている値は、無限遠物体に合焦した状態において、d線を基準とした場合の値である。あるレンズのg線とF線間の部分分散比  $gF$  とは、g線、F線、及びC線に対するそのレンズの屈折率をそれぞれ  $Ng$ 、 $NF$ 、及び  $NC$  とした場合に、 $gF = (Ng - NF) / (NF - NC)$  で定義される。本明細書に記載の「d線」、「C線」、

50

「F線」、及び「g線」は輝線であり、d線の波長は587.56nm(ナノメートル)、C線の波長は656.27nm(ナノメートル)、F線の波長は486.13nm(ナノメートル)、g線の波長は435.84nm(ナノメートル)である。

【発明の効果】

【0024】

本発明の一実施形態によれば、望遠側での長焦点距離化を達成しながら光学全長の小型化が図られ、防振レンズ群及び小径のフォーカスレンズ群を備え、良好な光学性能を有するズームレンズ、及びこのズームレンズを備えた撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施例1のズームレンズに対応し、本発明の一実施形態に係るズームレンズの構成の断面図と移動軌跡を示す図である。

【図2】図1に示すズームレンズの第4レンズ群の構成を示す断面図である。

【図3】図1に示すズームレンズの各変倍状態における構成と光束を示す断面図である。

【図4】本発明の実施例2のズームレンズの構成の断面図と移動軌跡を示す図である。

【図5】本発明の実施例3のズームレンズの構成の断面図と移動軌跡を示す図である。

【図6】本発明の実施例4のズームレンズの構成の断面図と移動軌跡を示す図である。

【図7】本発明の実施例5のズームレンズの構成の断面図と移動軌跡を示す図である。

【図8】本発明の実施例1のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図9】光学系の倒れが無い場合と光学系に倒れがあり像ぶれ補正をした場合の、本発明の実施例1のズームレンズの望遠端における横収差図である。

【図10】本発明の実施例2のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図11】光学系の倒れが無い場合と光学系に倒れがあり像ぶれ補正をした場合の、本発明の実施例2のズームレンズの望遠端における横収差図である。

【図12】本発明の実施例3のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図13】光学系の倒れが無い場合と光学系に倒れがあり像ぶれ補正をした場合の、本発明の実施例3のズームレンズの望遠端における横収差図である。

【図14】本発明の実施例4のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図15】光学系の倒れが無い場合と光学系に倒れがあり像ぶれ補正をした場合の、本発明の実施例4のズームレンズの望遠端における横収差図である。

【図16】本発明の実施例5のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図17】光学系の倒れが無い場合と光学系に倒れがあり像ぶれ補正をした場合の、本発明の実施例5のズームレンズの望遠端における横収差図である。

【図18】本発明の一実施形態に係る撮像装置の概略的な構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本開示のズームレンズの実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1に、本発明の一実施形態に係るズームレンズの広角端における構成の断面図と移動軌跡を示す。図2は、このズームレンズの部分拡大図である。図3は、このズームレンズの各変倍状態におけるレンズ構成と光束を示す断面図である。図1～図3に示す例は後述の実施例1のズームレンズに対応している。図1～図3では、無限遠物体に合焦している状態を示し、左側が物体側、右側が像側である。図3では、「WIDE」と付した上段に広角端状態を示し、「MIDDLE」と付した中段に中間焦点距離状態を示し、「TELE」と付した下段に望遠端状態を示す。図3では、光束として、広角端状態における軸上光束 $w_a$ 及び最大画角の光束 $w_b$ 、中間焦点距離状態における軸上光束 $m_a$ 及び最大画角の光束 $m$

10

20

30

40

50

b、望遠端状態における軸上光束  $t_a$  及び最大画角の光束  $t_b$  を示す。

【0027】

図1及び図3では、ズームレンズが撮像装置に適用されることを想定して、ズームレンズと像面  $S_{im}$  との間に平行平板状の光学部材  $PP$  が配置された例を示している。光学部材  $PP$  は、各種フィルタ、及び/又はカバーガラス等を想定した部材である。各種フィルタとは例えば、ローパスフィルタ、赤外線カットフィルタ、及び特定の波長域をカットするフィルタ等である。光学部材  $PP$  は屈折力を有しない部材であり、光学部材  $PP$  を省略した構成も可能である。

【0028】

本開示のズームレンズは、光軸  $Z$  に沿って物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群  $G_1$  と、負の屈折力を有する第2レンズ群  $G_2$  と、正の屈折力を有する第3レンズ群  $G_3$  と、開口絞り  $S_t$  と、負の屈折力を有する第4レンズ群  $G_4$  とからなる。なお、図1～図3の開口絞り  $S_t$  は形状を示すものではなく、光軸方向の位置を示す。広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群  $G_2$  は常に像側へ移動し、第3レンズ群  $G_3$  は常に物体側へ移動し、第1レンズ群  $G_1$ 、及び開口絞り  $S_t$  は像面  $S_{im}$  に対して固定されている。図1では、第2レンズ群  $G_2$  及び第3レンズ群  $G_3$  の下に広角端から望遠端へ変倍する際の各レンズ群の移動軌跡を模式的に矢印で示している。

【0029】

最も物体側の第1レンズ群  $G_1$  が変倍の際に固定されている構成とすることによって、変倍の際に、光学全長が変化せず、レンズ系の重心の変動を小さくすることができるため、撮影時の利便性を高めることができる。なお、光学全長とは、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、空気換算距離でのバックフォーカスとの和をいう。変倍の際に移動可能な第2レンズ群  $G_2$  及び第3レンズ群  $G_3$  をそれぞれ、負の屈折力を有するレンズ群及び正の屈折力を有するレンズ群にすることによって、高変倍比化が可能となる。レンズ系を長焦点距離化させると一般には光学全長が増大する傾向にあるが、第4レンズ群  $G_4$  を負の屈折力を有するレンズ群にすることによって、長焦点距離化しながら、光学全長の増大を抑えることができる。

【0030】

図1に示す例では、第1レンズ群  $G_1$  は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ  $L_{11}$  ~  $L_{14}$  の4枚のレンズからなり、第2レンズ群  $G_2$  は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ  $L_{21}$  ~  $L_{25}$  の5枚のレンズからなり、第3レンズ群  $G_3$  は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ  $L_{31}$  ~  $L_{34}$  の4枚のレンズからなり、第4レンズ群  $G_4$  は17枚のレンズからなる。ただし、本開示のズームレンズにおいては、各レンズ群を構成するレンズの枚数は、図1に示す例と異なるものとするとも可能である。

【0031】

本開示のズームレンズは第4レンズ群  $G_4$  に大きな特徴を有するため、まず第4レンズ群  $G_4$  について説明する。第4レンズ群  $G_4$  は、物体側から像側へ向かって順に、第4Aレンズ群  $G_{4A}$  と、像ぶれ補正の際に光軸  $Z$  と交差する方向に移動する負の屈折力を有する第4Bレンズ群  $G_{4B}$  と、正の屈折力を有する第4Cレンズ群  $G_{4C}$  と、合焦の際に光軸  $Z$  に沿って移動する負の屈折力を有する第4Dレンズ群  $G_{4D}$  と、正の屈折力を有する第4Eレンズ群  $G_{4E}$  とからなる。変倍の際に、第4Aレンズ群  $G_{4A}$ 、第4Bレンズ群  $G_{4B}$ 、第4Cレンズ群  $G_{4C}$ 、及び第4Eレンズ群  $G_{4E}$  は像面  $S_{im}$  に対して固定されている。

【0032】

図2に、図1のズームレンズの開口絞り  $S_t$  及び第4レンズ群  $G_4$  を拡大して示す。図2に示すように、第4Aレンズ群  $G_{4A}$  は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ  $L_{a1}$  ~  $L_{a3}$  の3枚のレンズからなり、第4Bレンズ群  $G_{4B}$  は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ  $L_{b1}$  ~  $L_{b4}$  の4枚のレンズからなり、第4Cレンズ群  $G_{4C}$  は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ  $L_{c1}$  ~  $L_{c3}$  の3枚のレンズからなり、第4Dレンズ群  $G_{4D}$  は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ  $L_{d1}$  ~  $L_{d4}$  の4枚のレンズから

10

20

30

40

50

なり、第4Eレンズ群G4Eは、物体側から像側へ向かって順に、レンズLe1～Le3の3枚のレンズからなる。ただし、本開示のズームレンズにおいては、第4レンズ群G4内の各レンズ群を構成するレンズの枚数は、図2に示す例と異なるものとすることも可能である。

【0033】

第4Bレンズ群G4Bは、光軸Zと交差する方向に移動することによって像位置を光軸Zに垂直な方向に変位可能であり、これによって像ぶれ補正を行うことができる。本開示のズームレンズでは、第4Bレンズ群G4Bの両側のレンズ群である、第4Aレンズ群G4A及び第4Cレンズ群G4Cは、像ぶれ補正の際に像面Simに対して固定されている。図1に示す例では、防振レンズ群は第4Bレンズ群G4Bのみからなり、像ぶれ補正の際に第4Bレンズ群G4B以外のレンズ群は像面Simに対して固定されている。図1の第4Bレンズ群G4Bの下に記入された鉛直方向の両矢印は、第4Bレンズ群G4Bが防振レンズ群であることを示す。

10

【0034】

第4Dレンズ群G4Dは、光軸Zに沿って移動することによって合焦を行う。本開示のズームレンズでは、フォーカスレンズ群は、第4Dレンズ群G4Dのみからなり、第4Dレンズ群G4D以外のレンズ群は、合焦の際に像面Simに対して固定されている。したがって本開示のズームレンズでは、レンズ径が大径になりやすい第1レンズ群G1のレンズを合焦に用いないため、オートフォーカスの迅速化に有利となる。図1の第4Dレンズ群G4Dの下に記入された水平方向の両矢印は、第4Dレンズ群G4Dがフォーカスレンズ群であることを示す。

20

【0035】

第4Bレンズ群G4Bの物体側には、変倍の際、合焦の際、及び像ぶれ補正の際に固定されている第4Aレンズ群G4Aが配置されている。この構成によれば、第4Bレンズ群G4Bへ入射する光線の入射角度を補正することができ、第4Bレンズ群G4Bを移動させた際の性能劣化を抑制することができる。

【0036】

第4Bレンズ群G4Bを負の屈折力を有するレンズ群にすることによって、第4Bレンズ群G4Bの屈折力を強くすることができ、像ぶれ補正の際に、第4Bレンズ群G4Bの移動量を少なくしても大きな防振角を得ることに有利となる。ここで、防振角とは、防振レンズ群を移動させることによって像ぶれを補正することができる像ぶれの補正角である。また、第4Bレンズ群G4Bの屈折力を負にすることによって、第4Bレンズ群G4Bの少量の移動によって大きな防振角を得るために第4Bレンズ群G4Bの屈折力を強くしても、第4Bレンズ群G4Bを通過する光束径の増加を抑えることができ、第4Bレンズ群G4Bの小径化を図ることができる。仮に、第4Bレンズ群G4Bの屈折力を正にした場合は、光束を収束させる効果を見込んで予め光束径を大きくする必要があり、かつ、イメージサイズを達成するために軸外光束の光軸Zからの高さを確保しておく必要があるため、第4Bレンズ群G4Bの小径化が難しくなる。

30

【0037】

第4Bレンズ群G4Bは、一例として、3枚の負レンズと1枚の正レンズとからなるように構成することができる。第4Bレンズ群G4Bは、物体側から像側へ向かって順に、2枚の負レンズと、正レンズと、負レンズとからなるように構成してもよく、もしくは、物体側から像側へ向かって順に、負レンズと、正レンズと、2枚の負レンズとからなるように構成してもよい。

40

【0038】

第4Bレンズ群G4Bの像側には、変倍の際、合焦の際、及び像ぶれ補正の際に固定されている正の屈折力を有する第4Cレンズ群G4Cが配置されている。この構成によれば、第4Bレンズ群G4Bから射出される発散光束を、第4Cレンズ群G4Cによって収束させることができ、第4Dレンズ群G4Dに入射する光束径の増大を抑えることができる。

【0039】

50

第4Dレンズ群G4Dを負の屈折力を有するレンズ群にすることによって、第4Dレンズ群G4Dの屈折力を強くすることができ、合焦の際に、第4Dレンズ群G4Dの移動量を少なくしても像位置の変化量を大きくすることに有利となる。また、第4Dレンズ群G4Dの屈折力を負にすることによって、合焦の際の第4Dレンズ群G4Dの移動量を少なくするために第4Dレンズ群G4Dの屈折力を強くしても、第4Dレンズ群G4Dを通過する光束径の増加を抑えることができる。これによって、第4Dレンズ群G4Dの小径化を図ることができ、オートフォーカスの迅速化に有利となる。仮に、第4Dレンズ群G4Dの屈折力を正にした場合は、光束を収束させる効果を見込んで予め光束径を大きくする必要があり、かつ、イメージサイズを達成するために軸外光束の光軸Zからの高さを確保しておく必要があるため、第4Dレンズ群G4Dの小径化が難しくなる。

10

## 【0040】

第4Dレンズ群G4Dは、4枚のレンズからなるように構成してもよく、このようにした場合は、フォーカスレンズ群の小型化と合焦の際の収差変動の抑制とを両立することに有利となる。第4Dレンズ群G4Dは、一例として、2枚の負レンズと2枚の正レンズとからなるように構成してもよく、このようにした場合は、合焦の際の収差変動の抑制が容易となる。より詳しくは、第4Dレンズ群G4Dは、物体側から像側へ向かって順に、負レンズと、正レンズと、負レンズと、正レンズとからなるように構成してもよい。さらにより詳しくは、第4Dレンズ群G4Dは、物体側から像側へ向かって順に、像側の面が凹面である負レンズと正メニスカスレンズとが物体側から順に接合された接合レンズと、両凹レンズと、両凸レンズとからなるように構成してもよい。第4Dレンズ群G4Dが負レン

20

## 【0041】

第4Dレンズ群G4Dの像側には、正の屈折力を有する第4Eレンズ群G4Eを配置されている。この構成によれば、第4Dレンズ群G4Dによって跳ね上げられた光束に収束作用を与えることができるので、軸外光束の主光線の像面Simへの入射角度の増加を抑制することができる。

## 【0042】

このズームレンズでは、第4Aレンズ群G4Aと第4Bレンズ群G4Bと第4Cレンズ群G4Cとの合成焦点距離を $f_{4abc}$ 、第4Dレンズ群G4Dの焦点距離を $f_{4d}$ とした場合、下記条件式(1)を満足するように構成されている。条件式(1)の下限以下とならないようにすることによって、第4Dレンズ群G4Dの屈折力が強くなり過ぎないため、マイナス側(アンダー側)に倒れる像面Simを良好に補正することができる。条件式(1)の上限以上とならないようにすることによって、第4Dレンズ群G4Dに必要な屈折力を維持することができるので、合焦の際に必要な第4Dレンズ群G4Dの移動量を小さくすることができ、小型化に寄与できる。なお、下記条件式(1-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

30

$$-5 < f_{4abc} / f_{4d} < 0 \quad (1)$$

$$-2.8 < f_{4abc} / f_{4d} < -1 \quad (1-1)$$

## 【0043】

無限遠物体に合焦した状態における望遠端での第4Bレンズ群G4Bの横倍率を $G_{4B}$ とした場合、下記条件式(5)を満足することが好ましい。条件式(5)の下限以下とならないようにすることによって、像ぶれ補正に必要な第4Bレンズ群G4Bの移動量が大きくなり過ぎないため、像ぶれ補正のために第4Bレンズ群G4Bを移動させた際の周辺光量を良好に保つことが容易となる。条件式(5)の $G_{4B}$ の値が増大すると、すなわち、 $1 / G_{4B}$ が0に近づくと、第4Bレンズ群G4Bからの射出光束は平行光に近づく。第4Bレンズ群G4Bの負の屈折力を一定とすると、第4Bレンズ群G4Bからの射出光束が平行光に近づくほど、第4Bレンズ群G4Bへの入射光束の角度が大きくなる。したがって、条件式(5)の上限以上とならないようにすることによって、第4Bレンズ群G4Bへの入射光束の角度が大きくなり過ぎないため、像ぶれ補正のために第4Bレン

40

50

ズ群 G 4 B を移動させた際のコマ収差の変動を抑えることができる。なお、下記条件式 ( 5 - 1 ) を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$- 2 < 1 / G 4 B < 0 \quad ( 5 )$$

$$- 0 . 6 < 1 / G 4 B < - 0 . 1 \quad ( 5 - 1 )$$

【 0 0 4 4 】

無限遠物体に合焦した状態における望遠端での第 4 D レンズ群 G 4 D の横倍率を G 4 D とした場合、下記条件式 ( 6 ) を満足することが好ましい。条件式 ( 6 ) の下限以下とならないようにすることによって、第 4 D レンズ群 G 4 D に必要な屈折力を維持することができるので、合焦の際に必要な第 4 D レンズ群 G 4 D の移動量を小さくすることができ、小型化に寄与できる。条件式 ( 6 ) の上限以上とならないようにすることによって、第 4 D レンズ群 G 4 D の屈折力が強くなり過ぎないため、マイナス側 ( アンダー側 ) に倒れる像面 S i m を良好に補正することができる。なお、下記条件式 ( 6 - 1 ) を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0 . 5 < G 4 D < 6 \quad ( 6 )$$

$$1 . 5 < G 4 D < 4 \quad ( 6 - 1 )$$

【 0 0 4 5 】

次に、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2、及び第 3 レンズ群 G 3 に関する好ましい構成及び可能な構成について説明する。第 1 レンズ群 G 1 は最も像側に、両凸レンズと両凹レンズとを物体側から順に接合して構成された接合レンズを有することが好ましい。第 1 レンズ群 G 1 が接合レンズを有することによって、色収差の補正に有利となる。そして、上記構成の接合レンズにすることによって、接合面は像側に凸面を向けた形状となるため、望遠側において、接合面の曲率半径の絶対値を小さくしなくても接合面に入射する光線の入射角度を大きくすることができ、良好に軸上色収差を補正することができる。

【 0 0 4 6 】

第 1 レンズ群 G 1 内の最も像側のレンズは両凹レンズであり、第 1 レンズ群 G 1 の最も物体側のレンズ面から第 1 レンズ群 G 1 の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を G 1 D、第 1 レンズ群 G 1 の最も像側のレンズ面を基準として基準から第 1 レンズ群 G 1 の像側主点までの光軸上の距離を G 1 P r とした場合、下記条件式 ( 2 ) を満足することが好ましい。ただし、G 1 P r について、基準より物体側の距離の符号を負、基準より像側の距離の符号を正とする。条件式 ( 2 ) の下限以下とならないようにすることによって、第 1 レンズ群 G 1 内の最も像側の両凹レンズの屈折力が強くなり過ぎないため、球面収差を良好に補正することができる。条件式 ( 2 ) の上限以上とならないようにすることによって、焦点距離範囲が同じズームレンズと比較して、レンズ全長の大型化を抑制できる。なお、ここでいうレンズ全長は、第 1 レンズ群 G 1 の最も物体側のレンズ面から第 4 レンズ群 G 4 の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離である。なお、下記条件式 ( 2 - 1 ) を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$- 1 . 5 < G 1 P r / G 1 D < 0 \quad ( 2 )$$

$$- 1 < G 1 P r / G 1 D < - 0 . 5 \quad ( 2 - 1 )$$

【 0 0 4 7 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へ向かって順に、像側の面が凹面であり負の屈折力を有するメニスカスレンズである第 1 レンズと、両凸レンズである第 2 レンズと、両凸レンズである第 3 レンズと、両凹レンズである第 4 レンズとからなり、第 3 レンズと第 4 レンズとは互いに接合されていることが好ましい。このようにした場合は、第 2 レンズが第 1 レンズ群 G 1 に必要な正の屈折力を担うことができ、それに伴い発生する軸上色収差を第 1 レンズで補正することができる。さらに、第 1 レンズ及び第 2 レンズの組み合わせによって補正した後も残存している軸上色収差、及び、補正過剰となっている球面収差を、第 3 レンズ及び第 4 レンズからなる接合レンズによって良好に補正することができる。図 1 に示す例では、レンズ L 1 1、レンズ L 1 2、レンズ L 1 3、レンズ L 1 4 がそれぞれ第 1 レンズ、第 2 レンズ、第 3 レンズ、第 4 レンズに対応する。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

第1レンズ群G1が上記の第1レンズ～第4レンズの4枚のレンズからなる構成において、第1レンズのg線とF線間の部分分散比を $g_{F11}$ 、第2レンズのg線とF線間の部分分散比を $g_{F12}$ とした場合、下記条件式(3)を満足することが好ましい。条件式(3)を満足することによって、第1レンズ及び第2レンズの組み合わせにおいて発生する2次色収差を補正することが可能となり、良好な光学性能を得ることができる。なお、下記条件式(3-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$-0.08 < g_{F11} - g_{F12} < 0.08 \quad (3)$$

$$-0.04 < g_{F11} - g_{F12} < 0.04 \quad (3-1)$$

【0049】

望遠端での第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面から第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を $G12DT$ 、第1レンズ群G1の焦点距離を $f1$ とした場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。条件式(4)の下限以下とならないようにすることによって、高変倍比化に有利となる。条件式(4)の上限以上とならないようにすることによって、望遠端において、第4Bレンズ群G4Bが移動した際の周辺光量を確保することが容易となる。なお、下記条件式(4-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.3 < G12DT / f1 < 1 \quad (4)$$

$$0.45 < G12DT / f1 < 0.7 \quad (4-1)$$

【0050】

第2レンズ群G2は、最も物体側から像側へ向かって順に連続して、物体側の面が凸面である正レンズと、像側の面が凹面である負レンズと、物体側の面が凹面である負レンズとを有することが好ましい。第2レンズ群G2の物体側から1番目、2番目、及び3番目のレンズを上記構成にすることによって、広角端における倍率色収差を良好に補正することができる。第2レンズ群G2は、上記3枚のレンズと、上記3枚のレンズの像側に配置された接合レンズとからなるように構成することができる。その場合、第2レンズ群G2の接合レンズは、正レンズと負レンズとを物体側から順に接合して構成され、物体側に凹面を向けた接合面を有することが好ましい。このようにした場合は、望遠端において第2レンズ群G2の上記3枚のレンズで発生する軸上色収差を良好に補正することができる。

【0051】

第3レンズ群G3は、最も物体側から像側へ向かって順に連続して、2枚の正レンズを有するように構成してもよい。このようにした場合は、球面収差の補正に有利となり、また、これら2枚の正レンズより像側の光束径を小さくすることが容易となるため防振レンズ群及びフォーカスレンズ群の小径化に有利となる。第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた接合面を有し、負レンズと正レンズとを接合して構成された接合レンズを有するように構成してもよい。このようにした場合は、軸上色収差の良好な補正に有利となる。一例として、第3レンズ群G3は、物体側から像側へ向かって順に、2枚の正レンズと、物体側に凸面を向けた接合面を有する接合レンズとからなるように構成することができる。

【0052】

このズームレンズは、無限遠物体に合焦した状態において、広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3とはそれぞれの横倍率が-1倍になる点を同時に通ることが好ましい。このようにした場合は、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との相対距離を常に減少させることができるため、効率良く変倍を行うことができ、高変倍比化に好適なズームレンズとなる。図1では、無限遠物体に合焦した状態において、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3のそれぞれの横倍率が-1倍となる移動軌跡中の位置を水平方向の破線で示している。

【0053】

なお、図1に示す例では、光学部材PPはズームレンズと像面Simとの間に配置されているが、光学部材PPが赤外線カットフィルタ及び可視光の特定の波長域をカットするフィルタの場合には、光路中の任意の位置に光学部材PPを配置可能である。例えば、第4Eレンズ群G4Eに隣接して第4Eレンズ群G4Eの物体側又は像側に上記フィルタを配

10

20

30

40

50

置してもよい。

【 0 0 5 4 】

上述した好ましい構成及び可能な構成は、任意の組合せが可能であり、要求される仕様に  
 応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。本開示の技術によれば、望遠側での長焦  
 点距離化を達成しながら光学全長の小型化が図られ、防振レンズ群及び小径のフォーカス  
 レンズ群を備え、良好な光学性能を有するズームレンズを実現することが可能である。な  
 お、ここで「望遠側での長焦点距離化」とは、望遠端における焦点距離が500mm以上  
 になることを意味する。

【 0 0 5 5 】

次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。

10

[ 実施例 1 ]

実施例1のズームレンズの構成と移動軌跡は図1に示しており、その図示方法と構成は上  
 述したとおりであるので、ここでは重複説明を一部省略する。実施例1のズームレンズは  
 、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力  
 を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、開口絞りStと  
 、負の屈折力を有する第4レンズ群G4とからなる。第1レンズ群G1は、物体側から像  
 側へ向かって順に、レンズL11~L14の4枚のレンズからなり、第2レンズ群G2は  
 、物体側から像側へ向かって順に、レンズL21~L25の5枚のレンズからなり、第3  
 レンズ群G3は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL31~L34の4枚のレンズ  
 からなる。第4レンズ群G4は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第  
 4Aレンズ群G4Aと、負の屈折力を有する第4Bレンズ群G4Bと、正の屈折力を有す  
 る第4Cレンズ群G4Cと、負の屈折力を有する第4Dレンズ群G4Dと、正の屈折力を  
 有する第4Eレンズ群G4Eとからなる。広角端から望遠端への変倍の際に、第2レン  
 ズ群G2は常に像側へ移動し、第3レンズ群G3は常に物体側へ移動し、第1レンズ群G1  
 、開口絞りSt、第4Aレンズ群G4A、第4Bレンズ群G4B、第4Cレンズ群G4C  
 、第4Dレンズ群G4D、及び第4Eレンズ群G4Eは像面Simに対して固定されてい  
 る。防振レンズ群は第4Bレンズ群G4Bのみからなる。フォーカスレンズ群は第4Dレ  
 ンズ群G4Dのみからなる。以上が実施例1のズームレンズの概要である。

20

【 0 0 5 6 】

実施例1のズームレンズについて、基本レンズデータを表1A及び表1Bに、諸元及び可  
 変面間隔を表2に示す。ここでは、1つの表の長大化を避けるため基本レンズデータを表  
 1A及び表1Bの2つの表に分けて表示している。表1Aには第1レンズ群G1、第2レ  
 ンズ群G2、第3レンズ群G3、及び開口絞りStを示し、表1Bには第4レンズ群G4  
 、及び光学部材PPを示す。表1Bでは最も右の欄を第4Aレンズ群G4A~第4Eレ  
 ンズ群G4Eの群ごとに区切り、各群の符号であるG4A~G4Eを示す。表1A、表1B  
 、及び表2には、無限遠物体に合焦した状態におけるデータを示す。

30

【 0 0 5 7 】

表1A及び表1Bにおいて、Snの欄には最も物体側の面を第1面とし像側に向かうに従  
 い1つずつ番号を増加させた場合の面番号を示し、Rの欄には各面の曲率半径を示し、D  
 の欄には各面とその像側に隣接する面との光軸上の面間隔を示す。また、Ndの欄には各  
 構成要素のd線に対する屈折率を示し、dの欄には各構成要素のd線基準のアップ数を  
 示し、gFの欄には各構成要素のg線とF線間の部分分散比を示す。

40

【 0 0 5 8 】

表1A及び表1Bでは、物体側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を正、像側に凸  
 面を向けた形状の面の曲率半径の符号を負としている。表1Aでは開口絞りStに相当す  
 る面の面番号の欄に面番号と(S t)という語句を記載している。表1BのDの最下欄の  
 値は表中の最も像側の面と像面Simとの間隔である。表1A及び表1Bでは、変倍の際  
 の可変面間隔についてはDD[ ]という記号を用い、[ ]の中にこの間隔の物体側の面  
 番号を付してDの欄に記入している。

【 0 0 5 9 】

50

表 2 に、変倍比  $Z_r$ 、全系の焦点距離  $f$ 、空気換算距離でのバックフォーカス  $B_f$ 、F ナンバー  $FNo.$ 、最大全画角  $2\omega$ 、及び、変倍の際の可変面間隔を  $d$  線基準で示す。2 の欄の ( $^\circ$ ) は単位が度であることを意味する。表 2 では、広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各値をそれぞれ **WIDE**、**MIDDLE**、及び **TELE** と表記した欄に示している。

【 0 0 6 0 】

各表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としては mm (ミリメートル) を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。また、以下に示す各表では所定の桁でまるめた数値を記載している。

【 0 0 6 1 】

【表 1 A】

実施例 1

Sn	R	D	Nd	$\nu_d$	$\theta_{gF}$
1	163.96092	4.620	1.51680	64.20	0.53430
2	96.28500	21.500	1.49700	81.61	0.53887
3	-338.06902	0.580			
4	137.43775	15.320	1.49700	81.61	0.53887
5	-260.63000	3.500	1.74400	44.79	0.56560
6	260.63000	DD[6]			
7	63.10397	6.490	1.72825	28.46	0.60772
8	204.26641	2.300			
9	141.68875	2.790	1.80000	29.84	0.60178
10	34.01585	4.360			
11	-44.83001	1.300	1.71300	53.87	0.54587
12	$\infty$	1.490			
13	-64.24011	4.640	1.78470	26.29	0.61360
14	-19.57600	1.520	1.71300	53.87	0.54587
15	270.71408	DD[15]			
16	118.04239	4.050	1.49700	81.61	0.53887
17	-118.04239	0.840			
18	64.74687	3.450	1.49700	81.61	0.53887
19	-457.11245	0.580			
20	56.34460	1.350	1.91082	35.25	0.58224
21	28.75400	4.790	1.53775	74.70	0.53936
22	$\infty$	DD[22]			
23(St)	$\infty$	2.000			

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

【表 1 B】

## 実施例 1

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$	
24	409.77796	2.620	1.75520	27.51	0.61033	G4A
25	-58.17484	1.020				
26	-30.77057	1.070	1.90366	31.31	0.59481	
27	154.56063	1.030				
28	154.03867	4.800	1.51823	58.90	0.54567	
29	-25.27500	2.040				G4B
30	-83.47839	0.980	1.72916	54.67	0.54534	
31	59.30480	1.440				
32	-56.45314	0.980	1.51823	58.90	0.54567	
33	179.83407	0.860				
34	19.01592	3.940	1.78470	26.29	0.61360	
35	55.50841	2.920				
36	$\infty$	1.170	1.60342	38.03	0.58356	
37	17.31570	4.530				G4C
38	43.63107	3.410	1.64769	33.79	0.59393	
39	-43.63107	0.650				
40	22.08306	4.910	1.51680	64.20	0.53430	
41	-29.68800	1.020	1.80518	25.42	0.61616	
42	169.64153	6.220				G4D
43	-42.89578	0.970	1.77250	49.60	0.55212	
44	16.61900	2.940	1.63980	34.47	0.59233	
45	44.40263	1.130				
46	-53.43193	0.960	1.71300	53.87	0.54587	
47	40.21628	1.700				
48	37.15605	4.290	1.51742	52.43	0.55649	
49	-19.43486	20.440				G4E
50	42.43698	2.030	1.76182	26.52	0.61361	
51	165.62751	1.480				
52	103.23830	3.720	1.53775	74.70	0.53936	
53	-23.32200	2.200	1.90366	31.31	0.59481	
54	-340.09512	9.584				
55	$\infty$	2.850	1.51680	64.20	0.53430	
56	$\infty$	0.484				

10

20

30

【0063】

【表 2】

## 実施例 1

	WIDE	MIDDLE	TELE
Zr	1.0	19.8	38.4
f	20.408	403.663	783.652
Bf	11.947	11.947	11.947
FNo.	4.09	5.91	7.56
$2\omega(^{\circ})$	24.8	1.2	0.6
DD[6]	3.934	117.986	126.311
DD[15]	181.616	28.877	2.912
DD[22]	2.790	41.476	59.116

40

50

## 【 0 0 6 4 】

図 8 及び図 9 に、実施例 1 のズームレンズの無限遠物体に合焦した状態の各収差図を示す。図 8 には像ぶれがない状態の各収差図を示す。図 8 では左から順に、球面収差、非点収差、歪曲収差、及び倍率色収差を示す。図 8 では「W I D E」と付した上段に広角端状態の収差を示し、「M I D D L E」と付した中段に中間焦点距離状態の収差を示し、「T E L L E」と付した下段に望遠端状態の収差を示す。球面収差図では、d 線、C 線、F 線、及び g 線における収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、及び二点鎖線で示す。非点収差図では、サジタル方向の d 線における収差を実線で示し、タンジェンシャル方向の d 線における収差を短破線で示す。歪曲収差図では d 線における収差を実線で示す。倍率色収差図では、C 線、F 線、及び g 線における収差をそれぞれ長破線、短破線、及び二点鎖線で示す。球面収差図の F N o . は F ナンバーを意味し、その他の収差図の は半画角を意味する。

10

## 【 0 0 6 5 】

図 9 には望遠端における横収差を示す。図 9 では、「光学系倒れ無し」と付した上段に像ぶれがない状態の収差を示し、「光学系倒れ  $0.2^\circ$  補正」と付した下段に  $0.2^\circ$  の光学系倒れによる像ぶれがあった場合に防振レンズ群を光軸 Z に垂直な方向に  $1.2\text{ mm}$  移動させて像ぶれ補正を行った状態の収差を示す。図 9 では、「T」と記した左列にタンジェンシャル方向の収差を示し、「S」と記した右列にサジタル方向の収差を示す。図 9 の Y は像高を意味する。図 9 ではプラス側の最大像高の 7 割に対応する  $Y = 3.12$ 、像高 0 に対応する  $Y = 0$ 、及び、マイナス側の最大像高の 7 割に対応する  $Y = -3.12$  における収差を示す。横収差図では、d 線、C 線、F 線、及び g 線における収差をそれぞれ実線、短破線、長破線、及び一点鎖線で示す。

20

## 【 0 0 6 6 】

上記の実施例 1 に関する各データの記号、意味、記載方法、及び図示方法は、特に断りが無い限り以下の実施例においても同様であるので、以下では重複説明を省略する。

## 【 0 0 6 7 】

## [ 実施例 2 ]

実施例 2 のズームレンズの構成と移動軌跡を図 4 に示す。実施例 2 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 2 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 3 A 及び表 3 B に、諸元と可変面間隔を表 4 に、各収差図を図 1 0 及び図 1 1 に示す。図 1 0 には像ぶれがない状態の各収差図を示す。図 1 1 では、「光学系倒れ無し」と付した上段に像ぶれがない状態の収差を示し、「光学系倒れ  $0.2^\circ$  補正」と付した下段に  $0.2^\circ$  の光学系倒れによる像ぶれがあった場合に防振レンズ群を光軸 Z に垂直な方向に  $1.2\text{ mm}$  移動させて像ぶれ補正を行った状態の収差を示す。

30

## 【 0 0 6 8 】

40

50

【表 3 A】  
実施例 2

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$
1	189.63948	4.020	1.54072	47.23	0.56511
2	109.16441	20.000	1.49700	81.61	0.53887
3	-323.57508	0.100			
4	125.86904	15.980	1.49700	81.61	0.53887
5	-326.49142	4.000	1.72916	54.68	0.54451
6	215.57380	DD[6]			
7	100.16940	4.269	1.90366	31.31	0.59481
8	-42.83623	3.112	1.76182	26.52	0.61361
9	34.29345	4.225			
10	-31.73082	1.353	1.77250	49.60	0.55212
11	298.80785	0.167			
12	249.36150	4.586	1.84666	23.78	0.62054
13	-27.40936	1.010	1.69680	55.53	0.54341
14	142.90540	DD[14]			
15	124.51969	2.000	1.49700	81.61	0.53887
16	-95.91997	0.100			
17	42.70159	3.400	1.49700	81.61	0.53887
18	573.69311	2.015			
19	40.37521	2.742	1.91082	35.25	0.58224
20	22.11417	4.254	1.49700	81.61	0.53887
21	130.44041	DD[21]			
22(St)	$\infty$	2.000			

10

20

【 0 0 6 9 】

30

40

50

【表 3 B】  
実施例 2

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$	
23	56.59317	2.287	1.84666	23.78	0.62054	G4A
24	-106.90562	1.412				
25	-28.64033	1.236	1.90366	31.31	0.59481	
26	40.75154	1.419				
27	104.65910	3.984	1.49700	81.61	0.53887	
28	-18.44494	2.500				
29	-16.33779	1.030	1.49700	81.61	0.53887	G4B
30	83.64403	1.012				
31	-77.97405	3.144	1.69895	30.13	0.60298	
32	-17.04606	0.100				
33	-10338.57625	1.000	1.48749	70.24	0.53007	
34	62.39820	0.826				
35	-180.74025	1.000	1.90366	31.31	0.59481	
36	39.29528	2.506				
37	35.13660	1.652	1.80518	25.42	0.61616	G4C
38	80.01987	2.071	1.72047	34.71	0.58350	
39	-57.37712	0.100				
40	27.22744	3.684	1.59551	39.24	0.58043	
41	-25.61711	0.001				
42	-27.86160	1.000	1.92286	20.88	0.63900	
43	102.53063	5.560				G4D
44	764.66741	1.010	1.80450	39.64	0.57146	
45	8.34479	3.151	1.80518	25.42	0.61616	
46	19.01225	5.750				
47	-75.86665	1.000	1.80610	33.27	0.58845	
48	27.28969	2.086				
49	33.40735	4.379	1.49700	81.61	0.53887	G4E
50	-20.41437	21.511				
51	19.87760	1.974	1.92286	18.90	0.64960	
52	25.84424	3.076				G4E
53	-87.26561	4.896	1.49700	81.61	0.53887	
54	-14.15654	1.184	1.80518	25.42	0.61616	
55	-21.08275	1.624				
56	$\infty$	1.000	1.51680	64.20	0.53430	
57	$\infty$	9.908				

10

20

30

【 0 0 7 0 】

40

50

【表 4】  
実施例 2

	WIDE	MIDDLE	TELE
Zr	1.0	19.8	38.4
f	20.506	405.615	787.443
Bf	12.191	12.191	12.191
FNo.	4.12	5.96	7.52
$2\omega(^{\circ})$	25.0	1.2	0.6
DD[6]	3.149	133.389	143.248
DD[14]	193.302	29.174	3.451
DD[21]	3.091	36.980	52.844

10

【 0 0 7 1 】

[ 実施例 3 ]

実施例 3 のズームレンズの構成と移動軌跡を図 5 に示す。実施例 3 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 3 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 5 A 及び表 5 B に、諸元と可変面間隔を表 6 に、各収差図を図 1 2 及び図 1 3 に示す。図 1 2 には像ぶれがない状態の各収差図を示す。図 1 3 では、「光学系倒れ無し」と付した上段に像ぶれがない状態の収差を示し、「光学系倒れ 0.2° 補正」と付した下段に 0.2° の光学系倒れによる像ぶれがあった場合に防振レンズ群を光軸 Z に垂直な方向に 1.2 mm 移動させて像ぶれ補正を行った状態の収差を示す。

20

【 0 0 7 2 】

【表 5 A】

実施例 3

Sn	R	D	Nd	$\nu_d$	$\theta_{gF}$
1	153.14642	4.620	1.48749	70.24	0.53007
2	119.90697	17.426	1.43875	94.94	0.53433
3	-379.00477	4.787			
4	141.77259	18.960	1.43875	94.94	0.53433
5	-273.90488	4.693	1.72000	50.23	0.55214
6	273.90488	DD[6]			
7	65.27759	4.078	1.80440	39.58	0.57623
8	285.11784	8.892			
9	163.37208	1.000	1.80100	34.97	0.58642
10	31.62047	4.598			
11	-35.30917	1.350	1.60300	65.44	0.54022
12	-2518.69717	1.011			
13	-88.03746	5.310	1.80000	29.84	0.60178
14	-19.99000	2.847	1.71300	53.87	0.54587
15	204.67501	DD[15]			
16	123.62862	3.364	1.49700	81.61	0.53887
17	-123.62862	0.100			
18	60.47216	4.216	1.49700	81.61	0.53887
19	-384.06710	1.041			
20	54.73233	1.528	1.91082	35.25	0.58224
21	27.77296	5.251	1.53775	74.70	0.53936
22	3603283.43849	DD[22]			
23(St)	$\infty$	2.245			

30

40

【 0 0 7 3 】

50

【表 5 B】  
実施例 3

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$	
24	602.51577	2.673	1.73800	32.33	0.59005	G4A
25	-59.08468	0.948				
26	-30.21297	1.390	1.83481	42.72	0.56486	
27	98.34118	2.107				
28	103.99476	5.012	1.51823	58.90	0.54567	
29	-25.35380	2.000				
30	-111.53786	0.980	1.71700	47.93	0.56062	G4B
31	58.82104	0.980				
32	-121.78147	0.600	1.72000	46.02	0.56358	
33	91.83917	0.100				
34	18.60403	3.485	1.80000	29.84	0.60178	
35	42.53239	2.373				
36	1000.95384	0.900	1.61340	44.27	0.56340	
37	18.27933	2.570				
38	43.84423	3.344	1.65412	39.68	0.57378	G4C
39	-43.84423	0.100				
40	22.14998	4.671	1.51742	52.43	0.55649	
41	-31.40728	1.000	1.85478	24.80	0.61232	
42	293.64878	5.879				
43	-43.28059	0.950	1.77250	49.60	0.55212	G4D
44	15.82058	2.917	1.63980	34.47	0.59233	
45	43.43988	1.033				
46	-54.17857	1.057	1.71300	53.87	0.54587	
47	39.49767	1.540				
48	38.92857	4.292	1.51742	52.43	0.55649	G4E
49	-19.20102	19.990				
50	41.12190	2.011	1.80518	25.42	0.61616	
51	152.15703	0.975				
52	129.06454	3.635	1.53775	74.70	0.53936	
53	-22.73211	1.000	1.83400	37.21	0.58082	
54	-396.54954	10.220				
55	$\infty$	1.000	1.51680	64.20	0.53430	
56	$\infty$	0.903				

10

20

30

【 0 0 7 4 】

【表 6】

実施例 3

	WIDE	MIDDLE	TELE
Zr	1.0	19.8	38.4
f	20.858	412.580	800.963
Bf	11.782	11.782	11.782
FNo.	4.08	6.12	8.46
$2\omega(^{\circ})$	24.2	1.2	0.6
DD[6]	3.147	136.416	146.435
DD[15]	198.937	30.782	4.557
DD[22]	3.008	37.893	54.100

40

50

【 0 0 7 5 】

[ 実施例 4 ]

実施例 4 のズームレンズの構成と移動軌跡を図 6 に示す。実施例 4 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 4 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 7 A 及び表 7 B に、諸元と可変面間隔を表 8 に、各収差図を図 1 4 及び図 1 5 に示す。図 1 4 には像ぶれがない状態の各収差図を示す。図 1 5 では、「光学系倒れ無し」と付した上段に像ぶれがない状態の収差を示し、「光学系倒れ 0.2° 補正」と付した下段に 0.2° の光学系倒れによる像ぶれがあった場合に防振レンズ群を光軸 Z に垂直な方向に 1.2 mm 移動させて像ぶれ補正を行った状態の収差を示す。

【 0 0 7 6 】

【表 7 A】

実施例 4

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$
1	156.18317	5.142	1.56883	56.36	0.54890
2	109.71762	22.447	1.49700	81.61	0.53887
3	-348.50988	1.099			
4	141.75177	15.929	1.49700	81.61	0.53887
5	-260.97976	3.500	1.77231	47.26	0.55743
6	249.38348	DD[6]			
7	62.27432	5.626	1.80440	39.58	0.57623
8	219.65214	4.696			
9	124.64918	1.902	1.91082	35.25	0.58224
10	32.78579	4.144			
11	-39.23641	1.770	1.72916	54.68	0.54451
12	-621.55780	0.981			
13	-74.95867	5.220	1.79973	27.23	0.61035
14	-19.22124	4.583	1.71300	53.87	0.54587
15	319.92408	DD[15]			
16	122.02579	3.057	1.49700	81.61	0.53887
17	-154.14098	0.100			
18	64.33922	5.659	1.49700	81.61	0.53887
19	-544.93838	1.112			
20	58.51170	1.350	1.91082	35.25	0.58224
21	28.83566	8.746	1.53775	74.70	0.53936
22	-2000.43146	DD[22]			
23(St)	$\infty$	2.000			

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

【表 7 B】  
実施例 4

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$	
24	388.94584	4.978	1.72342	37.95	0.58370	G4A
25	-58.53854	0.975				
26	-30.38850	2.437	1.80440	39.58	0.57623	
27	86.84352	1.647				
28	98.18704	6.467	1.51742	52.43	0.55649	
29	-25.28694	2.000				
30	-120.65758	1.561	1.71300	53.87	0.54587	G4B
31	59.11034	0.973				
32	-128.62294	0.600	1.71300	53.87	0.54587	
33	94.42399	0.160				
34	18.73693	3.624	1.80000	29.84	0.60178	
35	41.87423	2.272				
36	263.92579	1.255	1.64850	53.02	0.55487	
37	18.05940	3.743				
38	43.96796	3.337	1.65412	39.68	0.57378	G4C
39	-43.98322	0.100				
40	22.01729	4.722	1.51742	52.43	0.55649	
41	-30.37330	1.000	1.85478	24.80	0.61232	
42	271.87625	5.243				
43	-41.64059	0.950	1.77250	49.60	0.55212	G4D
44	17.03034	2.447	1.63980	34.47	0.59233	
45	44.02818	1.018				
46	-52.57979	0.988	1.71300	53.87	0.54587	
47	40.14766	1.815				
48	37.30676	4.618	1.51742	52.43	0.55649	
49	-19.50296	22.874				
50	42.60670	1.958	1.80518	25.42	0.61616	G4E
51	146.55832	0.950				
52	106.16150	3.731	1.51742	52.43	0.55649	
53	-22.51247	1.027	1.85478	24.80	0.61232	
54	-337.93548	10.364				
55	$\infty$	1.000	1.51680	64.20	0.53430	
56	$\infty$	0.895				

10

20

30

【 0 0 7 8 】

【表 8】

実施例 4

	WIDE	MIDDLE	TELE
Zr	1.0	22.5	45.0
f	20.851	469.574	938.315
Bf	11.918	11.918	11.918
FNo.	4.08	6.92	9.81
$2\omega(^{\circ})$	24.0	1.0	0.6
DD[6]	3.203	131.172	139.942
DD[15]	203.336	32.164	3.305
DD[22]	2.931	46.134	66.224

40

50

【 0 0 7 9 】

[ 実施例 5 ]

実施例 5 のズームレンズの構成と移動軌跡を図 7 に示す。実施例 5 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 5 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 9 A 及び表 9 B に、諸元と可変面間隔を表 1 0 に、各収差図を図 1 6 及び図 1 7 に示す。図 1 6 には像ぶれがない状態の各収差図を示す。図 1 7 では、「光学系倒れ無し」と付した上段に像ぶれがない状態の収差を示し、「光学系倒れ 0 . 2 ° 補正」と付した下段に 0 . 2 ° の光学系倒れによる像ぶれがあった場合に防振レンズ群を光軸 Z に垂直な方向に 1 . 2 mm 移動させて像ぶれ補正を行った状態の収差を示す。

【 0 0 8 0 】

【表 9 A】

実施例 5

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$
1	153.19131	4.600	1.48749	70.24	0.53007
2	119.88632	0.675			
3	119.93016	17.420	1.43875	94.94	0.53433
4	-379.37194	4.737			
5	141.69387	18.905	1.43875	94.94	0.53433
6	-273.69704	4.779	1.72000	50.23	0.55214
7	273.69704	DD[7]			
8	65.33934	3.978	1.80440	39.58	0.57623
9	287.88459	8.879			
10	158.30087	1.000	1.80100	34.97	0.58642
11	31.61610	4.596			
12	-35.31482	2.741	1.60300	65.44	0.54022
13	-2518.69717	1.002			
14	-84.83867	5.364	1.80000	29.84	0.60178
15	-19.97770	1.614	1.71300	53.87	0.54587
16	219.92655	DD[16]			
17	124.05346	3.220	1.49700	81.61	0.53887
18	-124.05346	0.162			
19	60.44871	4.071	1.49700	81.61	0.53887
20	-388.71718	0.998			
21	54.79019	1.507	1.91082	35.25	0.58224
22	27.77310	4.996	1.53775	74.70	0.53936
23	3603283.43849	DD[23]			
24(St)	$\infty$	2.474			

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

【表 9 B】  
実施例 5

Sn	R	D	Nd	$\nu d$	$\theta_{gF}$	
25	603.15211	2.600	1.73800	32.33	0.59005	G4A
26	-59.08978	0.940				
27	-30.21174	1.374	1.83481	42.72	0.56486	
28	98.32901	2.102				
29	104.01203	5.013	1.51823	58.90	0.54567	
30	-25.35503	2.000				
31	-111.52618	0.980	1.71700	47.93	0.56062	G4B
32	58.81803	0.979				
33	-121.76401	0.600	1.72000	46.02	0.56358	
34	91.83343	0.100				
35	18.60375	3.494	1.80000	29.84	0.60178	
36	42.53157	2.380				
37	1000.95384	0.908	1.61340	44.27	0.56340	
38	18.27993	2.569				
39	43.84495	3.346	1.65412	39.68	0.57378	G4C
40	-43.84495	0.100				
41	22.15022	4.670	1.51742	52.43	0.55649	
42	-31.40539	1.000	1.85478	24.80	0.61232	
43	293.59443	5.881				
44	-43.27943	0.950	1.77250	49.60	0.55212	G4D
45	15.82251	2.921	1.63980	34.47	0.59233	
46	43.43920	1.034				
47	-54.17723	1.062	1.71300	53.87	0.54587	
48	39.49822	1.540				
49	38.92754	4.290	1.51742	52.43	0.55649	
50	-19.20136	19.987				G4E
51	41.12104	2.013	1.80518	25.42	0.61616	
52	152.14239	0.980				
53	129.01522	3.638	1.53775	74.70	0.53936	
54	-22.72792	1.000	1.83400	37.21	0.58082	
55	-396.71793	10.217				
56	$\infty$	1.000	1.51680	64.20	0.53430	
57	$\infty$	0.896				

10

20

30

【 0 0 8 2 】

【表 1 0】

実施例 5

	WIDE	MIDDLE	TELE
Zr	1.0	19.8	38.4
f	20.859	412.583	800.970
Bf	11.773	11.773	11.773
FNo.	4.08	5.90	7.87
$2\omega(^{\circ})$	24.2	1.2	0.6
DD[7]	3.296	136.712	146.736
DD[16]	199.439	31.078	4.830
DD[23]	3.280	38.225	54.449

40

50

## 【0083】

表11に、実施例1～5のズームレンズの条件式(1)～(6)の対応値を示す。表11に示す値のうち、条件式(3)の対応値以外はd線基準での値である。表11の最下欄には、光学全長をTL、望遠端における全系の焦点距離をftとした場合のTL/ftの値を示す。TL/ftは、テレフォト比である。実施例1～5のテレフォト比は全て0.5以下である。

## 【0084】

## 【表11】

式番号		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1)	$f_{4abc} / f_{4d}$	-1.468	-2.364	-2.003	-1.565	-2.005
(2)	G1Pr/G1D	-0.720	-0.756	-0.891	-0.789	-0.876
(3)	$\theta_{gF11} - \theta_{gF12}$	-0.00457	0.02624	-0.00425	0.01002	-0.00425
(4)	G12DT/f1	0.569	0.599	0.546	0.576	0.547
(5)	$1/\beta_{G4B}$	-0.286	-0.190	-0.231	-0.217	-0.231
(6)	$\beta_{G4D}$	2.312	3.210	2.322	2.348	2.322
	TL/ft	0.479	0.481	0.493	0.437	0.494

10

## 【0085】

比較のために、上述した特許文献2の実施例1～4をそれぞれ比較例1～4として、各例のテレフォト比を表12に示す。特許文献2の実施例1～4のテレフォト比は全て1以上である。

20

## 【0086】

## 【表12】

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
TL/ft	1.086	1.082	1.081	1.081

## 【0087】

以上説明したデータからわかるように、実施例1～5のズームレンズは、望遠端での全系の焦点距離が780以上ありながらテレフォト比が0.5以下であり、望遠側における長焦点距離化と、光学全長の小型化との両立を達成している。実施例1～5のズームレンズは、望遠端において0.2°の光学系倒れがあった場合の像ぶれ補正が可能であり、大きな防振角を実現している。また、実施例1～5のズームレンズは、小径のフォーカスレンズ群を有し、諸収差が良好に補正されて高い光学性能を実現している。

30

## 【0088】

次に、本発明の実施形態に係る撮像装置について説明する。図18に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態に係るズームレンズ1を用いた撮像装置10の概略構成図を示す。撮像装置10としては、例えば、監視用カメラ、及びビデオカメラ等を挙げることができる。

## 【0089】

撮像装置10は、ズームレンズ1と、ズームレンズ1の像側に配置されたフィルタ2と、フィルタ2の像側に配置された撮像素子3と、撮像素子3からの出力信号を演算処理する信号処理部4とを備えている。なお、図18では、第1レンズ群G1～第4レンズ群G4を概念的に図示している。撮像装置10はまた、変倍を制御する変倍制御部5と、像ぶれ補正を制御する像ぶれ補正制御部6と、合焦を制御する合焦制御部7とを備えている。

40

## 【0090】

撮像素子3はズームレンズ1により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、CCD(Charge Coupled Device)又はCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等を用いることができる。撮像素子3は、その撮像面がズームレンズ1の像面Simに一致するように配置される。なお、図18では1つの撮像素子3のみ図示しているが、3つの撮像素子

50

を有するいわゆる 3 板方式の撮像装置としてもよい。

【 0 0 9 1 】

以上、実施形態及び実施例を挙げて本開示の技術を説明したが、本開示の技術は上記実施形態及び実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、及びアッベ数等は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

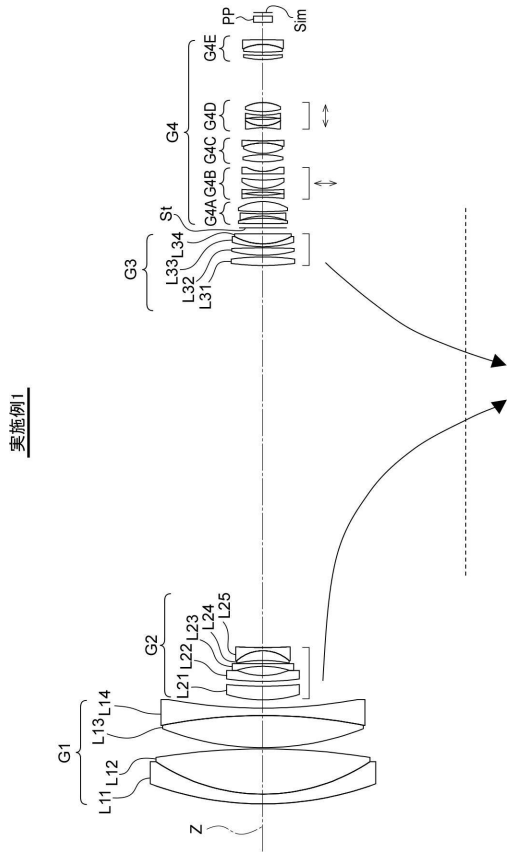
【符号の説明】

【 0 0 9 2 】

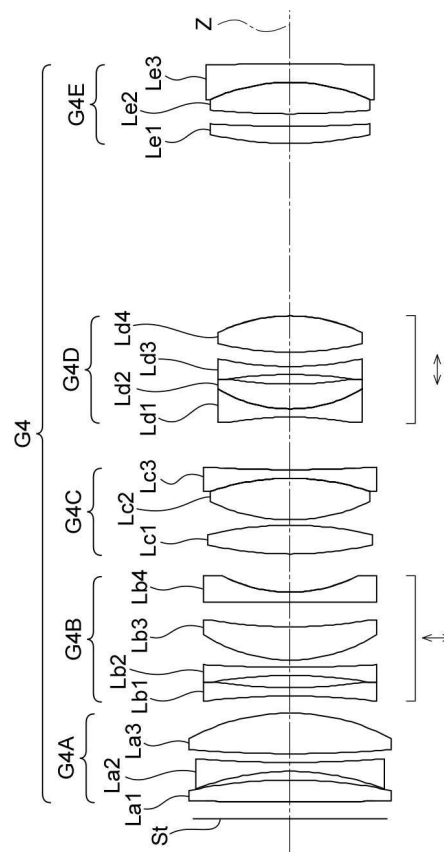
1	ズームレンズ	
2	フィルタ	10
3	撮像素子	
4	信号処理部	
5	変倍制御部	
6	像ぶれ補正制御部	
7	合焦制御部	
10	撮像装置	
G 1	第 1 レンズ群	
G 2	第 2 レンズ群	
G 3	第 3 レンズ群	
G 4	第 4 レンズ群	20
G 4 A	第 4 A レンズ群	
G 4 B	第 4 B レンズ群	
G 4 C	第 4 C レンズ群	
G 4 D	第 4 D レンズ群	
G 4 E	第 4 E レンズ群	
L 1 1 ~ L 1 4、L 2 1 ~ L 2 5、L 3 1 ~ L 3 4、L a 1 ~ L a 3、L b 1 ~ L b 4、L c 1 ~ L c 3、L d 1 ~ L d 4、L e 1 ~ L e 3	レンズ	
m a、t a、w a	軸上光束	
m b、t b、w b	最大画角の光束	
P P	光学部材	30
S i m	像面	
S t	開口絞り	
Z	光軸	

【図面】

【図 1】



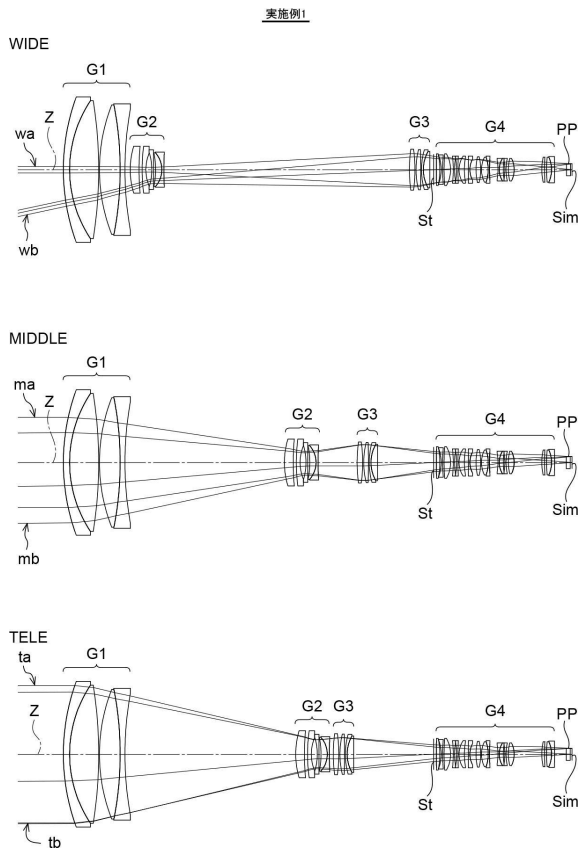
【図 2】



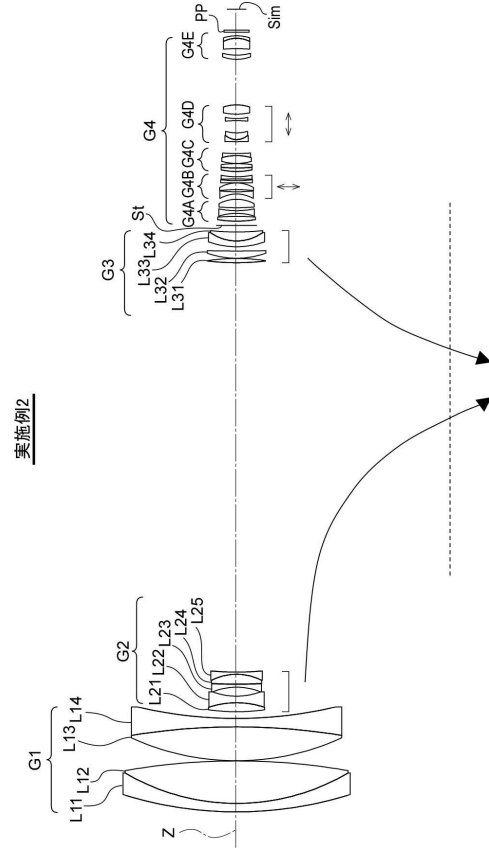
10

20

【図 3】



【図 4】

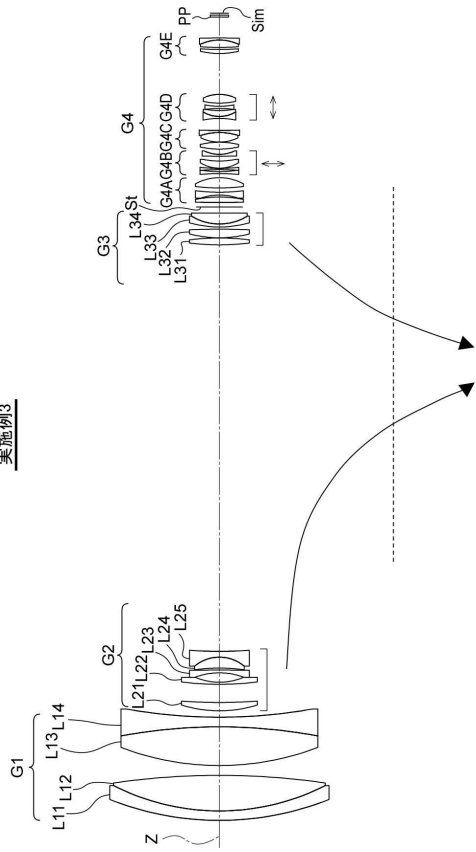


30

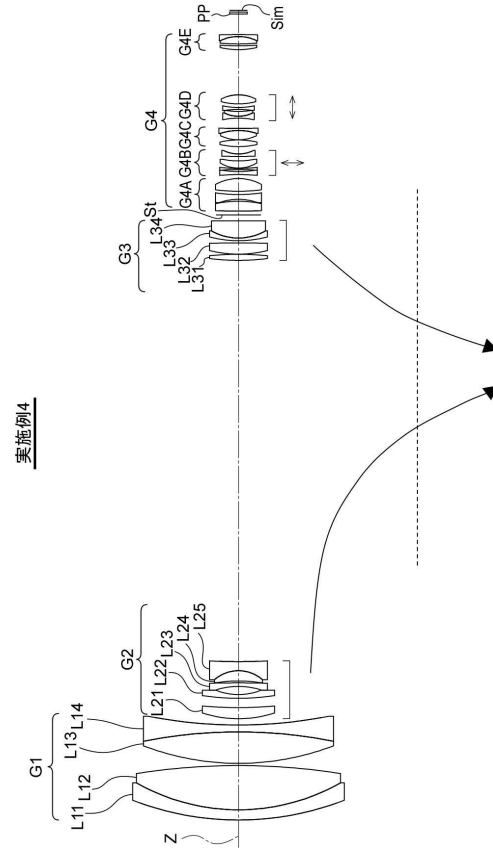
40

50

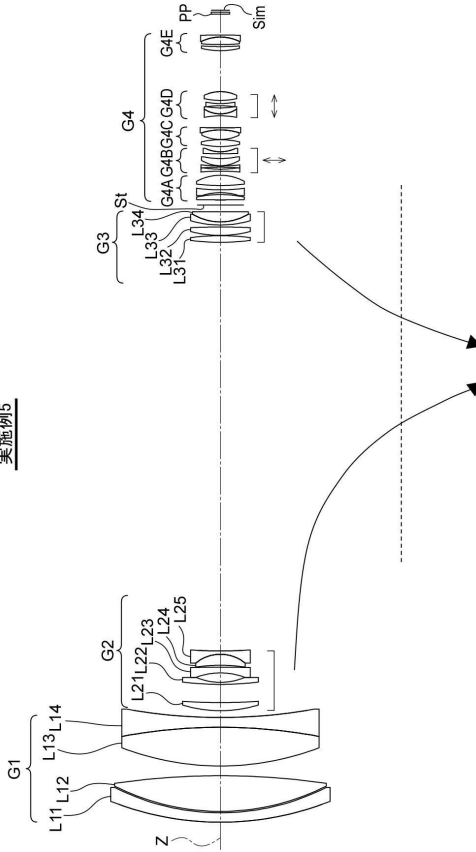
【 図 5 】



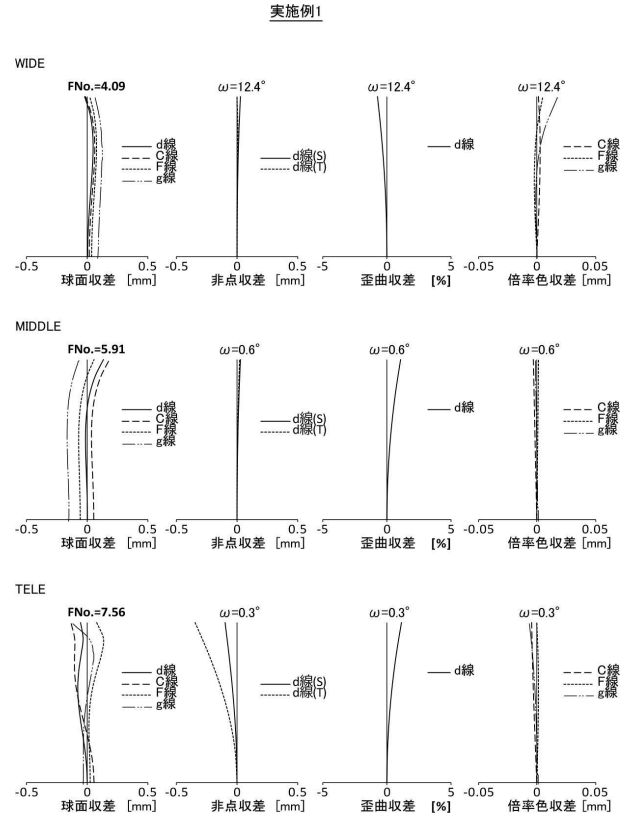
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

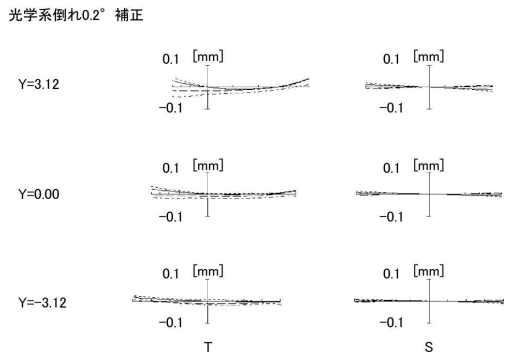
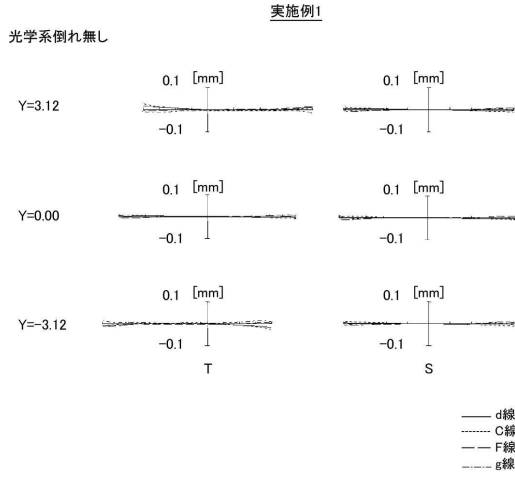
20

30

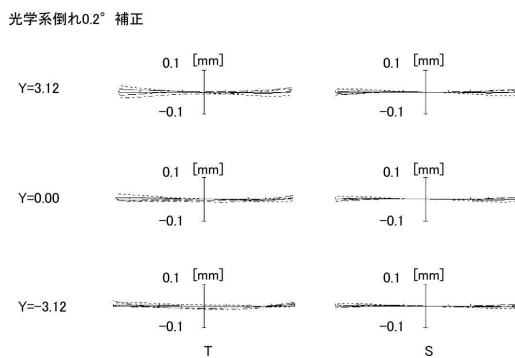
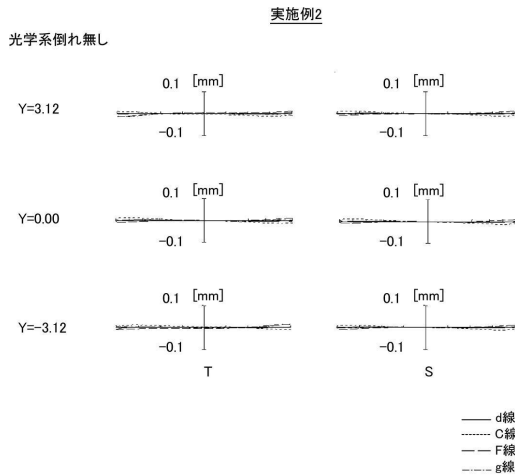
40

50

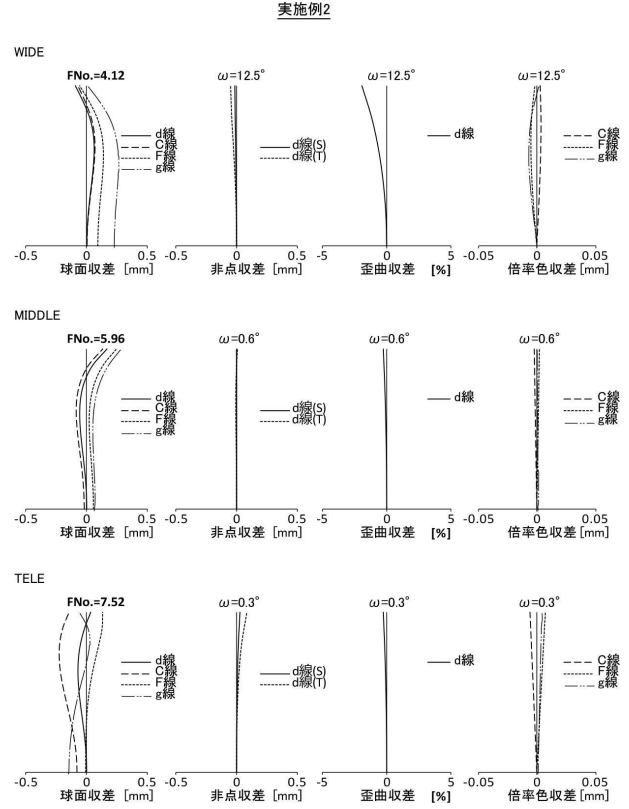
【 図 9 】



【 図 1 1 】



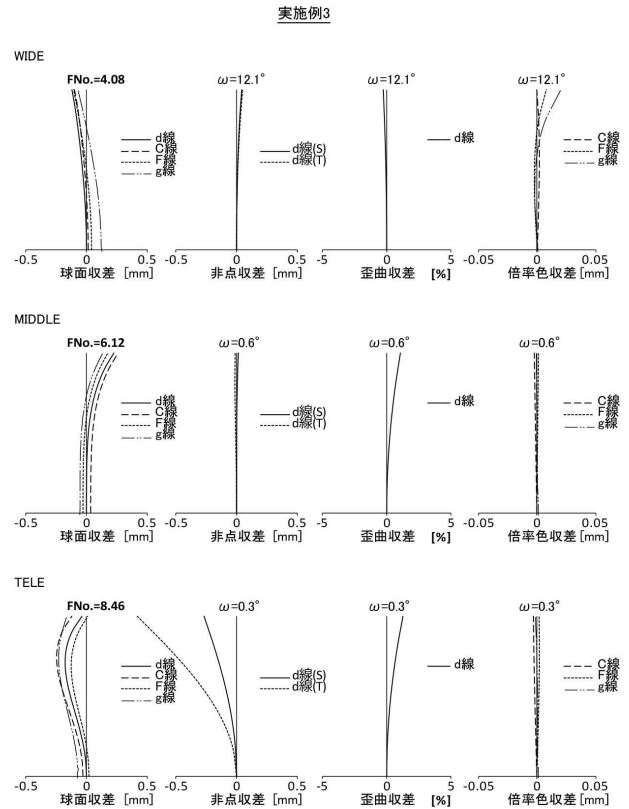
【 図 1 0 】



10

20

【 図 1 2 】



30

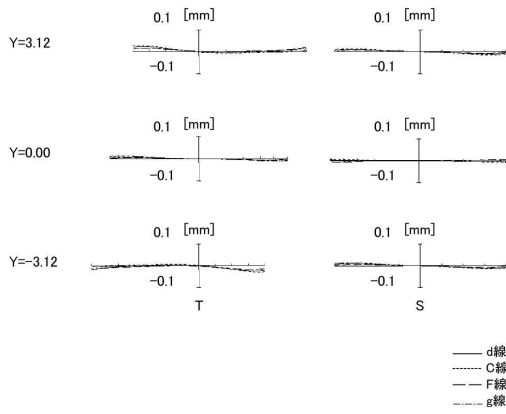
40

50

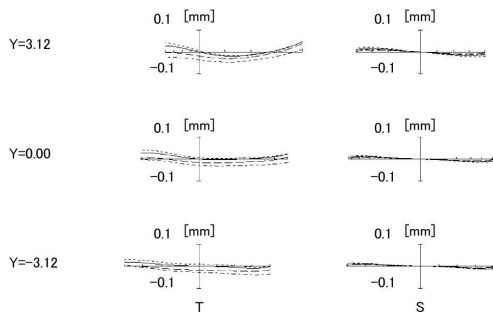
【 図 1 3 】

実施例3

光学系倒れ無し



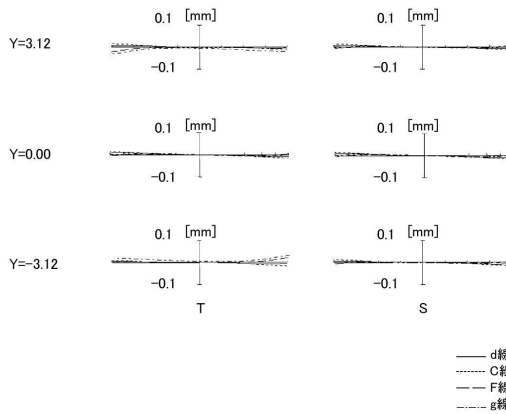
光学系倒れ0.2° 補正



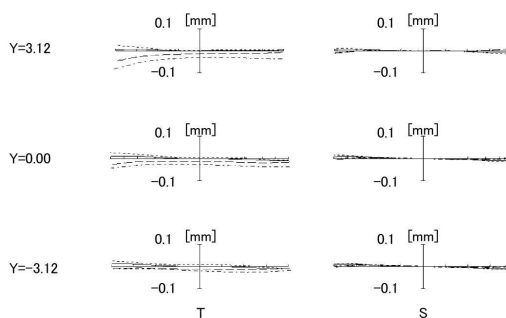
【 図 1 5 】

実施例4

光学系倒れ無し

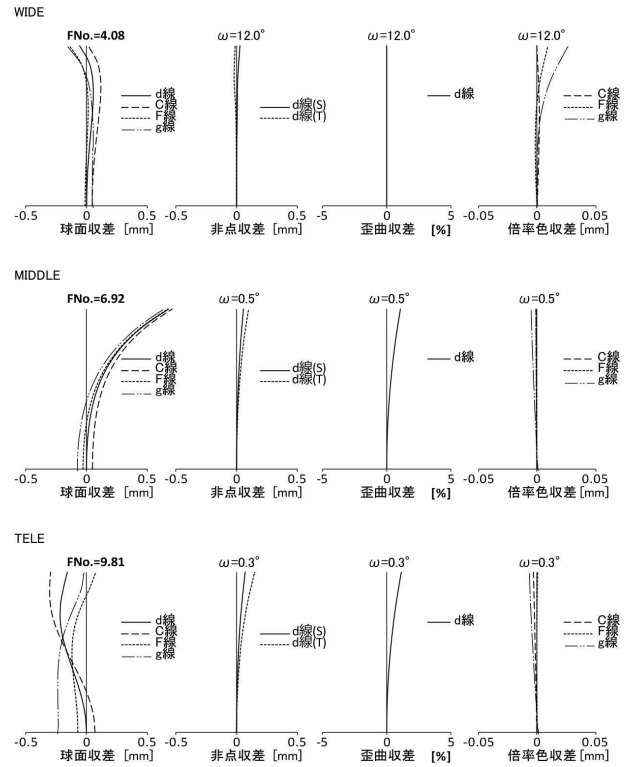


光学系倒れ0.2° 補正



【 図 1 4 】

実施例4

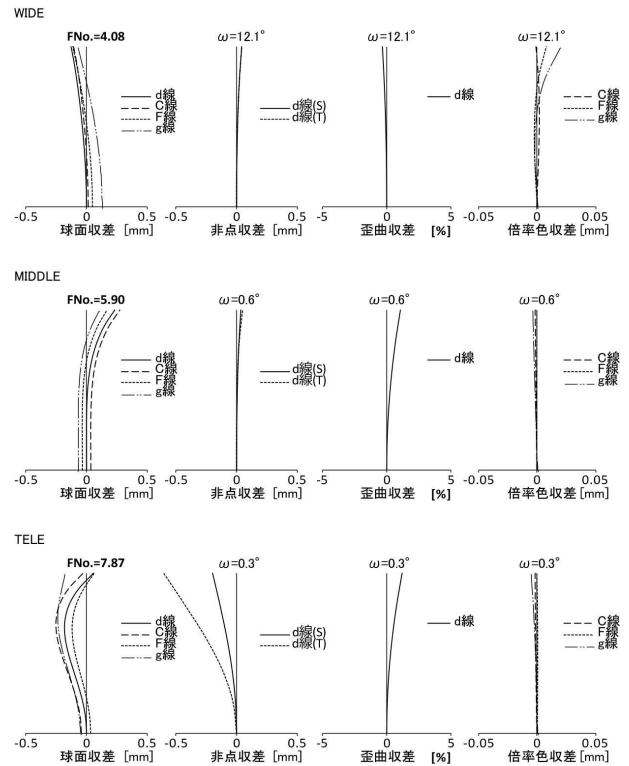


10

20

【 図 1 6 】

実施例5



30

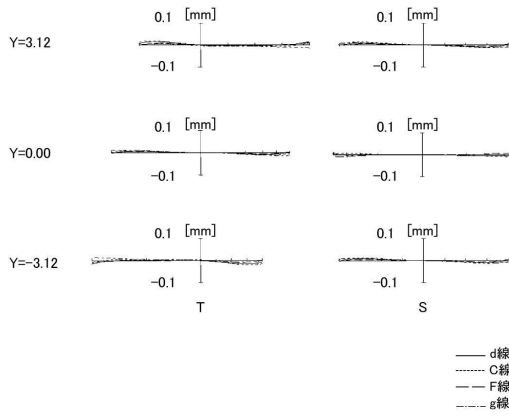
40

50

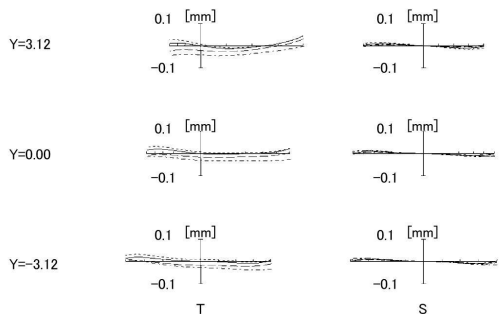
【図 17】

実施例5

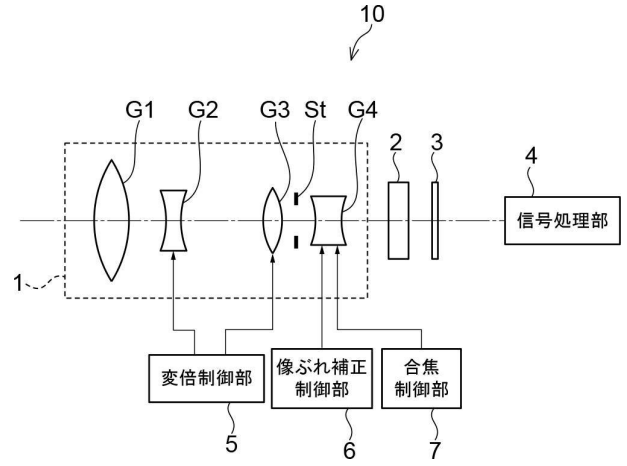
光学系倒れ無し



光学系倒れ0.2° 補正



【図 18】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 4 2 4 3 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 7 - 1 7 3 6 5 0 ( J P , A )  
中国特許出願公開第 1 0 7 5 4 4 1 3 1 ( C N , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8  
G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4  
G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4  
C O D E V